

基于 DIALux 的市政隧道照明仿真计算

文 / 刘湘东 中国五冶集团有限公司

摘要：由于市政隧道中的复杂照明条件，特别需要模拟隧道中的照明。本文采用 DIALux 软件以两种方式模拟隧道照明系统，研究路面反射系数对照明计算结果的影响。体现了 DIALux 在照明设计中的重要作用。

关键词： DIALux；市政隧道；仿真计算；反射系数

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.21.078

引言

合理的照明能为行人及车辆提供优质的视觉环境，为此中华人民共和国住房和城乡建设部制定了《城市道路照明设计标准》(CJJ45-2015)^[1]。但照明结果计算过程较为繁琐，而且现场环境复杂时很难单纯应用公式求得结果。

计算机技术的兴起和广泛使用为照明模拟的发展提供了动力。其中，DIALux 照明设计软件以其简洁的操作界面和强大的照明灯具库成为当今最优质的照明计算软件，它能满足目前基本上所有照明设计及计算的要求^[2-3]。

本文用 DIALux 软件对市政隧道照明进行了建模仿真计算，其中隧道的建模分别用了室内穹顶法和室外挤压体法，同时还分析了路面的反射系数对照明计算结果中的亮度影响。仿真计算结果符合标准规范，印证了 DIALux 在照明设计应用中有着重要的价值。

一、公路隧道照明

文献[4]的方法一把隧道等效为一条道路，忽略了墙壁、天花板的影响，该方法虽然简单，但所计算得到的结果与实际误差很大。本文分别使用室内穹顶法和室外挤压体法分别对同一规格的隧道进行建模仿真，比较两种方法结果的差异。

(一) 实验对象

某市政双洞双向隧道，单洞宽 10m，净空高 7m，建筑限界高 5m，车行道路面铺设沥青。《公路隧道照明设计细则(2014 年版)》^[7]中：平均亮度与平均照度间的换算系数无实测条件时，黑色沥青路面可取 15lx/(cd·m²)，水泥混凝土路面可取 10lx/(cd·m²)。

本文仿真用照明灯具选用专用 LED 隧道灯，安装高度 5m，仰角 45°。灯具防护等级为 IP65，并能调整安装角度。养护系数取 0.7，灯具采用双侧对称布置，灯距 10m；光源为 LED，功率 55W，光通量 5151lm。

(二) 仿真结果

1. 室内穹顶法

室内穹顶法首先建立起一个狭长的长方体空间，其次用穹顶把该室内空间的天花板替换掉，得到隧道模型。然后调整空间环境中每个表面的材质以模拟隧道中的实际表面，营造处实际隧道中的环境。这是因为不同的材料会影响空间环境中每个表面的反射系数，这会直接影响照明的仿真计算结果。最后按照要求在穹顶两侧布置灯具。得到隧道的 3D 模型如图 1 所示。

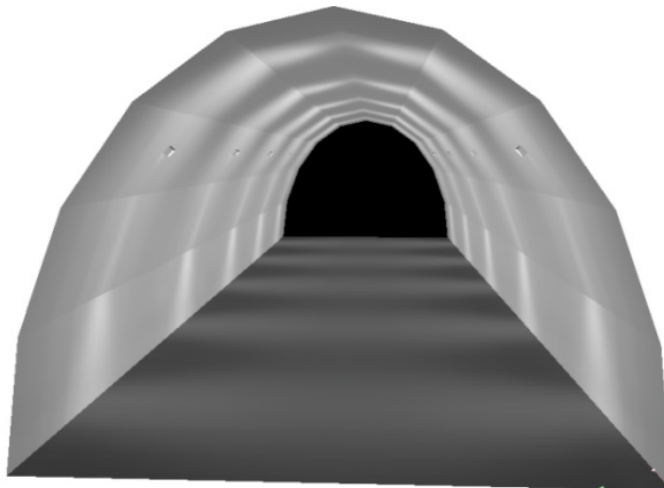


图 1 室内穹顶法隧道 3D 模型

完成上述步骤后，在 DIALux 软件环境下进行照度和

亮度计算，得到的报表如图 2 所示。

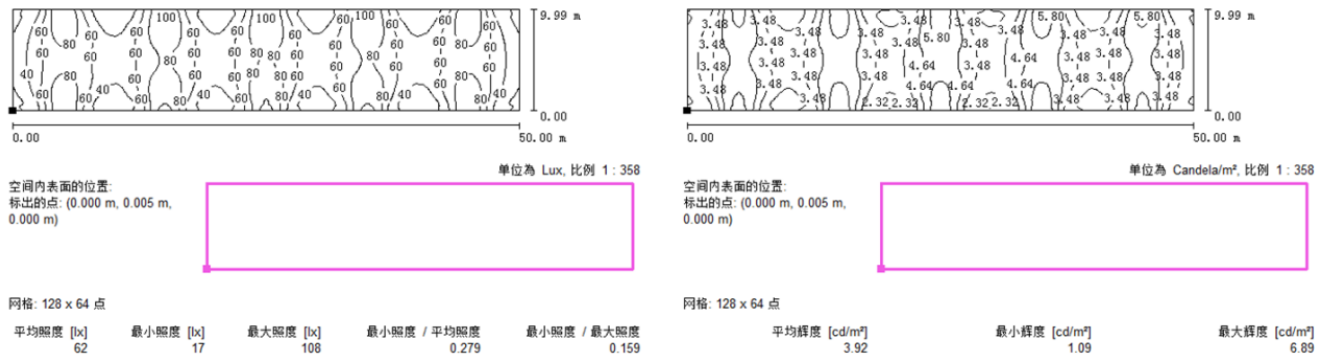


图 2 室内穹顶法计算报表

通过图 2 的报表输出，可得到隧道仿真的照度、亮度等结果，然后对比《公路隧道照明设计细则》中的隧道照明要求，看是否满足，从而判断灯具设置的合理性。通过对比规范，得出隧道内的照明亮度满足需求，能为驾驶员提供更舒适安全的驾驶环境。

室外挤压体法首先要建立好道路模型，将其置入户外场景；其次要把 CAD 中的隧道横断面轮廓导入 DIALux 作为挤压体底图，利用挤压体制作隧道洞壁模型；然后确定空间环境中各个表面的材质；最后按照要求在穹顶两侧布置灯具。建立的隧道 3D 模型如图 3 所示。

2. 室外挤压体法



图 3 室外挤压体法隧道 3D 模型

同理，DIALux 软件仿真得到的的照度和亮度报表如图 4 所示。

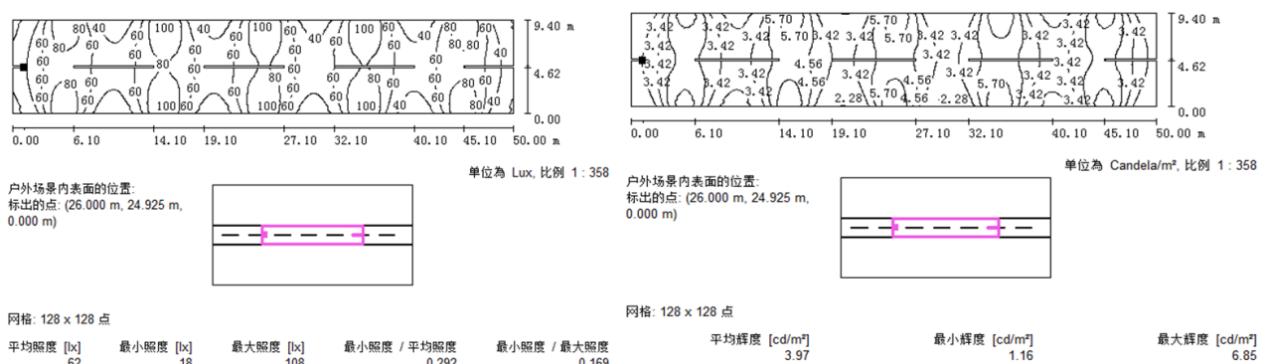


图 4 室外挤压体法计算报表

通过与 1.2.1 节的室内穹顶法相比较，可以得出两种方法计算结果相差不大。通过计算照度和亮度的误差

最大不超过 5%，说明两种方法均可用于公路隧道照明仿真，为隧道的安全运行提供合理的灯具布置策略，可根

据实际工程需要选择建模方式。而室外挤压体法的优势在于可以加入室外阳光，进一步分析不同天气、不同光照对隧道内照明的影响。

(三) 路面反射系数与照明的关系

在仿真过程中，发现隧道壁和路面的反射系数对亮

度结果影响很大。路面反射可看成均匀漫反射，水泥路面反射系数为 24%，沥青路面反射技术为 14%，即水泥路面比沥青路面亮度高^[6]。图 5 展示了路面不同反射系数下的平均亮度计算结果曲线图。

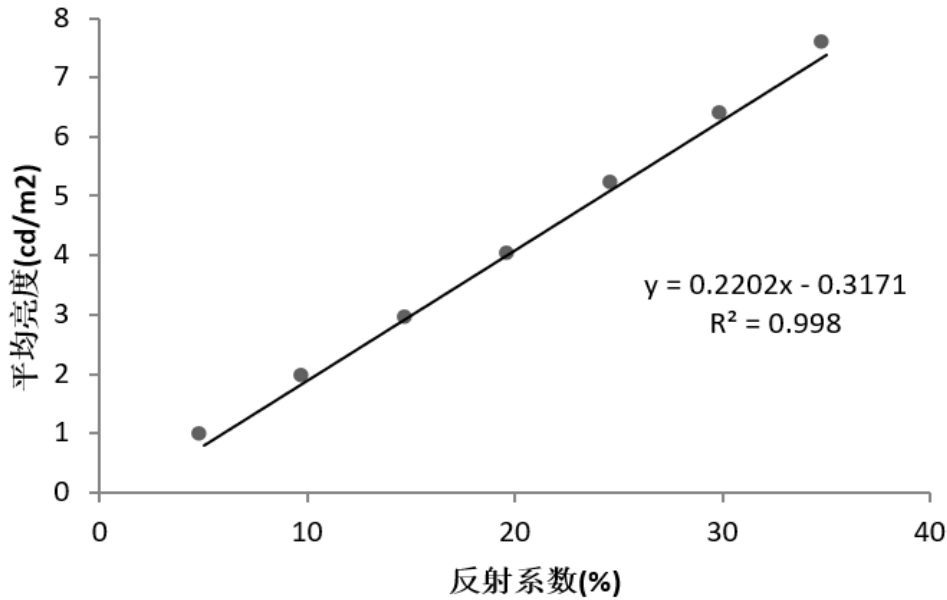


图 5 反射系数与平均亮度关系曲线

不难看出，路面反射系数与平均亮度存在正比例线性关系，适当提高路面的反光系数能提高隧道内的亮度。为了满足隧道路面高反光特性的要求，国际照明委员会(CIE)提出基于照明的共 5 个等级的路面分类，为 R1 至 R5^[5]。

而沥青路面反光系数较低，造成平均亮度达不到较高标准。可将废玻璃破碎后掺入混合料铺在道路中，以改善隧道内沥青路面的反光性能。这样做不仅节约电能、降低隧道运营成本，还优化隧道内路面结构的抗滑、降噪和阻燃等性能，是一种很有发展前景的隧道路面结构形式^[6]。该研究认为，当玻璃颗粒最大粒径为 4.75mm，比例为 10% ~ 15% 时掺入沥青路面，能获得最佳的路用性能^[5]。

结语

由上述仿真结果可以看出，DIALux 软件能够完美地呈现照明设计人员的设计理念，结合隧道本身所处环境的照明需求，优化设计成果，提高工作效率。从而为车辆的运行创造更好的视觉效果，达到保障交通安全，提高交通运输效率的目的。

路面反射系数与平均亮度存在正比例关系，在沥青路面中掺入废玻璃颗粒能达到抗滑、降噪、阻燃和反光

的效果，是一种很有发展前景的路面形式，能有效提高驾驶安全性。

参考文献

[1] 中华人民共和国住房和城乡建设部. 城市道路照明设计标准: CJJ 45-2015[S]. 中国建筑工业出版社, 2015.

[2] 李翊君. DIALux 软件在道路照明设计中的应用[J]. 城市道桥与防洪, 2013(2): 99-101.

[3] 张志远, 杨春宇, 马俊涛. 基于 DIALux 软件的道路照明设计[J]. 灯与照明, 2015(1): 1-3.

[4] 金绍晨. 基于 DIALux 的隧道照明仿真设计[J]. 物联网技术, 2013(10): 26-28.

[5] 史小丽, 王选仓, 刘昆. 公路隧道反光沥青路面[J]. 长安大学学报(自然科学版), 2009(3): 19-22.

[6] 杨良, 郭忠印, 杨学良, 等. OGFC 面层在公路隧道防火中的作用[J]. 安全与环境学报, 2004, 4(4): 83-87.

[7] 中华人民共和国交通运输部. 公路隧道照明设计细则: JTG/T D70/2-01-2014[S]. 人民交通出版社股份有限公司, 2014.

作者简介: 刘湘东(1992.07), 男, 汉, 河南开封人, 中级, 硕士研究生, 研究方向: 电气工程。